



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT

EIDGENÖSSISCHES AMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

## PATENTSCHRIFT

Veröffentlicht am 31. Januar 1956

Klasse 111 d

Gesuch eingereicht: 10. Februar 1953, 18 Uhr. — Patent eingetragen: 30. November 1955.

## HAUPTPATENT

FKG Fritz Kesselring Gerätebau Aktiengesellschaft, Bachtobel-Weinfelden (Schweiz)



## Anordnung zur Begrenzung von Kurzschlußströmen in Gleich- und Wechselstromnetzen.

Es ist bekannt, daß man mit Hilfe sogenannter Hochleistungssicherungen sowohl in Nieder- als auch Hochspannungsnetzen den Höchstwert des Kurzschlußstromes begrenzen kann, sofern der Nennstrom der Sicherung gegenüber dem an der Einbaustelle der Sicherung zu erwartenden Kurzschlußstrom genügend klein ist. Als Beispiel mögen folgende Werte dienen: Eine Sicherung, deren Nennstrom 100 A beträgt, ergibt bei einem Scheitelwert des Kurzschlußstromes von 51 kA eine Schmelzstromspitze (reduzierter Höchstwert des Kurzschlußstromes) von 14,5 kA. Würde jedoch eine Sicherung mit 10 A Nennstrom eingebaut, so ergäbe sich unter den gleichen Voraussetzungen nur eine Schmelzstromspitze von etwa 2,2 kA. Man erkennt daran, daß eine wirksame Verringerung des Höchstwertes des Kurzschlußstromes und zugleich eine entsprechende Herabsetzung der Stromflußdauer des Kurzschlußstromes nur erzielt werden können bei Verwendung von Sicherungen mit ausreichend kleinem Nennstrom. Damit wird aber die Anwendungsmöglichkeit von Sicherungen zur Herabsetzung des Kurzschlußstromes stark eingeschränkt.

Die vorliegende Erfindung befaßt sich nun mit einer Anordnung zur Begrenzung von Kurzschlußströmen in Gleich- und Wechselstromnetzen, die gestattet, die kurzschlußstromvermindernde Wirkung von Sicherungen für beliebige Nennströme an ihrer Einbaustelle zu ermöglichen. Diese Anordnung

ist gekennzeichnet durch mindestens eine für 35 die Nennspannung und einen Bruchteil des Nennstromes der Anordnung bemessene Sicherung und mindestens einen diese Sicherung im Betriebszustand überbrückenden Schalter, wobei die Impedanz des Schalters 40 zweiges derart bemessen ist, daß der durch die Sicherung fließende Strom bei Nennstrom der Anordnung höchstens dem Nennstrom der Sicherung gleich ist, und wobei Mittel vorgesehen sind, die die Kontakt- 45 trennung des Schalters spätestens 0,5 ms nach Auftreten des Kurzschlußstromes bewirken; sie ist ferner gekennzeichnet durch eine der- 50 artige Bemessung der Sicherung und Ausbildung der Parallelschaltung Sicherung- 55 Überbrückungsschalter, daß im Zeitpunkt der Kontakttrennung des Schalters der Spannungsabfall je Unterbrechungsstelle des Schalters höchstens 15 V beträgt und zudem die elektrische Festigkeit des Schalters immer 55 größer ist als die an der Sicherung auftre- tende Spannung.

Da es sich bei Hochleistungssicherungen zur Begrenzung des Kurzschlußstromes immer um eine sogenannte Gleichstromlöschung 60 handelt, ist die Anordnung sowohl für Gleich- als auch Wechselstromkreise anwendbar. Die beispielweise Realisierung der Erfindung wird nachstehend noch etwas eingehender erläutert.

Zunächst ist erfindungsgemäß gewähr- 65 leistet, daß die Sicherung im normalen Be- trieb nicht durchbrennt. Dazu muß der Par-

alleweg, in dem der Überbrückungsschalter liegt, eine ausreichend kleine Impedanz aufweisen; zum Beispiel kann durch genügend hohen Kontaktdruck und entsprechende Kontaktwerkstoffe, zum Beispiel Silber, Palladium, für ausreichend kleinen Kontaktwiderstand gesorgt werden. Um Spannungsverhöungen durch Schwingungsvorgänge zu vermeiden, ist die Induktivität der Schleife, gebildet aus Sicherungsdräht und Schalterzweig, zweckmäßig möglichst klein und die Kapazität der Schalterkontakte möglichst groß. Um die bei der Abschaltung auftretende Überspannung klein zu halten, verwendet man zweckmäßig Schmelzleiter mit gestufter oder stetig veränderlichem Querschnitt, womit erreicht werden kann, daß die Überspannung in induktiven Stromkreisen höchstens etwa den 1,5fachen Wert der Amplitude der Phasenspannung erreicht. Als Schalter können Luftschafter mit einer, bei höheren Nennspannungen insbesondere mit mehreren in Reihe liegenden Unterbrechungsstellen verwendet werden. Bei Hochspannung kann es zweckmäßig sein, die Unterbrechungsstellen in einem besonders geeigneten Medium anzutragen, zum Beispiel Druckgas, Öl, oder Vakumschalter zu verwenden.

Die Auslösung selbst kann entweder in Abhängigkeit vom Momentanwert des ansteigenden Kurzschlußstromes oder von dessen Steilheit erfolgen. Unter Umständen kann es zweckmäßig sein, die Auslösung nur dann zu bewirken, wenn sowohl der Momentanwert des Kurzschlußstromes als auch seine Steilheit gewisse vorgeschriebene Werte erreichen.

Die Fig. 1 und 2 zeigen zwei beispielsweise Ausführungsformen der Erfindung, bei denen der Überbrückungsschalter durch einen Kraftspeicher betätigt wird, wobei in der Ausführungsform nach Fig. 1 zur Auslösung des Kraftspeichers der Kurzschlußstrom selbst dient, während in der Ausführungsform nach Fig. 2 der Kraftspeicher durch eine vom Kurzschlußstrom unabhängige Energie ausge-

löst wird. Fig. 3 stellt eine beispielsweise Anordnung der Erfindung mit elektromagnetischer Betätigung des Überbrückungsschalters durch den Kurzschlußstrom selbst dar.

In Fig. 1 bedeuten 1 und 2 je eine Hochleistungssicherung für die halbe Nennspannung; 3 und 4 sind die zugehörigen Schmelzleiter, 5 und 6 die äußern Abschlußkappen und 7 ein in der Mitte angeordnetes Verbindungsstück, mit dem die Enden der Schmelzleiter 3 und 4 leitend verbunden sind. Mit 8 und 9 sind zwei kräftige, elektrisch leitende Bügel bezeichnet, die mit den Anschlußkappen 5 bzw. 6 verbunden sind. Die Anschlußkappen 10 und 11 stehen über die Schrauben 12 und 13, die gleichzeitig zur Befestigung der Bügel 8 und 9 dienen, mit den Kappen 5 und 6 in leitender Verbindung. Auf den Schaft 15 der Schraube 12 ist ein Paket 14 aus lamelliertem Eisen aufgereiht. Der Überbrückungsschalter weist eine elektrisch und magnetisch gut leitende Strombrücke 16 auf, die über eine flexible Leitung 17 mit der Mittelkappe 7 der Sicherungen 1, 2 verbunden ist. Auf der untern Seite der Strombrücke 16 ist ein Isolierrohr 18 befestigt. 19 ist in nicht gezeigter Weise eine im wesentlichen dreieckförmige Blattfeder, 20 eine Rolle, die im Ausleger 21 drehbar gelagert ist. Die Achse 22 der Rolle 20 ist als Exzenter ausgebildet, wodurch die Lage der Rolle 20 eingestellt werden kann. Mit 23 ist eine elektrisch leitende, mit 24, 25 und 26 sind isolierende Zwischenlagen bezeichnet; 25 ist eine elektrisch leitende Zuführung zum Ausleger 21. Die Teile 23, 19, 24, 21, 25, 26 werden mit Hilfe der durch ein Isolierröhrchen 36 geführten Schraube 27 an dem Bügel 8 befestigt. 27 ist ein dünner Draht hoher Festigkeit, an dessen Enden je eine kleine Kugel 28 und 29 befestigt ist. Durch den Draht 27 werden die Schaltbrücke 16 und die Feder 19 in der gezeichneten Weise mechanisch untereinander verbunden, wobei in der dargestellten Lage die Feder 19 nach unten vorgespannt wird. Der Schlitz 30 in der Schaltbrücke 16 und der Schlitz 31 in der Feder 19 dienen zur Anbringung

des Drahtes 27 an die Schaltbrücke bzw. an die Feder, 32 ist eine dünne Blattfeder, die an ihrem vordern Ende einen schneidenförmigen Kontakt 33 trägt, der sich mit vorgegebenem Druck gegen den Draht 27 anlegt.

Die Wirkungsweise der Anordnung ist folgende: Im normalen Betrieb fließt der Strom im wesentlichen vom Anschluß 10 über den Bolzen 15, den Bügel 8, die Schaltbrücke 16, den Bügel 9 zum Anschluß 11. Die Impedanz dieses Weges ist so gering, daß bei Nennstrom der Anordnung in den Schmelzleitern 3 und 4 ein Strom fließt, der höchstens den Nennstrom der Sicherungen 1 und 2 erreicht. An der Drossel, bestehend aus dem Leiter 15 und dem Blechpaket 14, das heißt zwischen dem Anschluß 10 und dem Bügel 8, ist der Spannungsabfall so gering, daß über den Weg 25, 32, 33, 27, 16, 9 nur ein so kleiner Strom fließt, daß die Kontaktverluste an der Schneide des Kontaktes 33 noch keine Beeinträchtigung der Festigkeit des Drahtes 27 bewirken. Sowie jedoch ein Kurzschlußstrom auftritt, erreicht die Stromsteilheit und damit die Spannung an der Drossel 14, 15 den 10- bis 30fachen Wert, wodurch an der Kontaktsschneide 33 fast augenblicklich die Schmelzspannung des Drahtes 27 auftritt; die Festigkeit wird stark verringert und der Draht reißt. Damit wird die bisher vorgespannte Feder 19, die zugleich über den Draht 27 auch den Kontaktdruck zwischen der Schaltbrücke 16 und den Bügeln 8 und 9 bewirkte, freigegeben. Die Feder 19 schlägt gegen das untere Ende des Isolierrohres 18, wodurch die Schaltbrücke 16 mit großer Geschwindigkeit höchstens 0,5 ms nach Anheben des Kurzschlußstromes, abgehoben wird. In diesem Augenblick wird der Hauptstrom, der bisher über die Bügel 8, 9 floß, auf die Schmelzleiter 3 und 4 kommutiert. Voraussetzungsgemäß soll in diesem Augenblick der Spannungsabfall am Schmelzleiter 3 bzw. 4 einschließlich des Spannungsabfalls an der durch die Bügel 8 und 9 gebildeten Schleife einen vorgegebenen Wert von höchstens 15 V nicht überschreiten. Zur

Sicherung einer gleichmäßigen Spannungsverteilung auf die beiden Unterbrechungsstellen 8, 16 und 9, 16 dient die flexible Verbindung 17 zwischen der Mittelkappe 7 und der Strombrücke 16. Nach 0,5 bis 1 ms schmelzen die Schmelzleiter 3 und 4; es entstehen Lichtbögen, die so stark gekühlt sind, daß der Strom in weiteren 0,5 bis 1 ms unterbrochen wird. Die Schaltbrücke 16 muß sich dabei so schnell bewegen, daß die Überschlagsspannung an den Kontakten während des gesamten Abschaltvorganges der Sicherung immer größer ist als die an der Sicherung auftretende Spannung. Je nach der Betriebsspannung, der Art der Sicherung und des abzuschaltenden Stromkreises müssen für die Betätigung des Schalters Beschleunigungen vom 5000- bis 50 000fachen Wert der Erdbeschleunigung vorgesehen werden, zum Beispiel mindestens  $5 \cdot 10^6$  cm/s<sup>2</sup>. Bei Verwendung von Schaltmedien höherer Durchschlagsfestigkeit, wie Preßgas oder Öl, und noch in ausgeprägterem Maße bei einem Vakuumschalter genügen wesentlich geringere Beschleunigungen. Bei der Anordnung nach Fig. 1 wird der Überbrückungsschalter durch einen Kraftspeicher, die vorgespannte Feder 19, betätigt, wobei die Auslösung des Kraftspeichers, das heißt die Energie zum Durchbrennen des Drahtes 27, vom Kurzschlußstrom geliefert wird.

In der Ausführungsform nach Fig. 2 ist der Einfachheit halber nur eine Sicherung und ein einpoliger Überbrückungsschalter aufgezeichnet. Es bedeuten 60 die Sicherung, 61 die als Feder ausgebildete Schaltbrücke des Überbrückungsschalters, 62 den Magnetkern eines Wandlers mit hohem Übersetzungsverhältnis, der eine Primärspule 63 und eine Sekundärspule 64 aufweist, deren Enden mit der Funkenstrecke 40 verbunden sind. 41 ist ein Kondensator, der über einen Gleichrichter 42 und den Widerstand 43 aufgeladen wird. Als Speisequelle dient ein Spartransformator 44, der in Reihe mit einem Widerstand 45 entweder mit dem Sternpunkt oder einer Nachbarphase des Netzes in Verbindung steht. 46 ist eine weitere, mit den Elektroden 40

kombinierte Funkenstrecke, 47 sind zwei Elektroden, zwischen denen der Draht 48 hindurchgeführt ist. Er ist an seinem einen Ende mit der Schaltbrücke 61 verbunden, während sein anderes Ende an einem festen Punkt befestigt ist. Mittels der Feder 49 wird der Draht 48 gespannt.

Die Wirkungsweise der Anordnung ist folgende: Bei normaler Belastung fließt der Strom über die Primärwicklung 63 und den Überbrückungsschalter 61. Ferner wird der an der Phasen- oder verketteten Spannung liegende Transformator 44 erregt, womit über den Gleichrichter 42 und den Widerstand 43 der Kondensator 41 aufgeladen wird. Tritt nun ein Kurzschlußstrom auf, so wird von der Wicklung 63 über den Kern 62 eine relativ hohe Spannung in der Sekundärspule 64 induziert, was zum Ansprechen der Funkenstrecke 40 führt. Der Raum der senkrecht dazu liegenden Funkenstrecke 46 wird ionisiert, und es entlädt sich nun der Kondensator 41 über die Funkenstrecke 46 und das Elektrodenpaar 47. Der Entladestrom bewirkt eine sofortige Erhitzung des Drahtes 48 zwischen den Elektroden 47, so daß der Draht 48 an dieser Stelle durchbrennt und die Schaltbrücke 61 sich unter der Wirkung ihrer Feder nach oben bewegt. Der Strom 30 kommutiert nach der Sicherung 60 und wird dort abgeschaltet.

Versuche haben gezeigt, daß das Ansprechen der beiden Funkenstrecken 40 und 46 in Zeiten von  $10^{-6}$  s und weniger erfolgt. Ein Kondensator von beispielsweise 50  $\mu\text{F}$ , der auf 1000 V aufgeladen ist, bringt einen Klavierseitendraht 48 von 0,2 mm Durchmesser in weniger als  $10^{-4}$  s zum Durchbrennen. Die Elektroden 47 können entweder einen ganz geringen Abstand vom Draht 48 aufweisen; es können aber auch eine oder beide Elektroden den Draht 48 unter geringem Druck berühren, ohne daß dadurch die Durchbrennzeit merkbar verlängert wird. Infolge des hohen Entladestromes, der im allgemeinen 1000 A übersteigt, tritt eine fast momentane Schmelzung und Verdampfung des Drahtes 48 auf.

Man erkennt, daß auch bei der Ausführungsform nach Fig. 2 der Überbrückungsschalter durch einen Kraftspeicher, nämlich die in der federnden Schaltbrücke 61 aufgespeicherte mechanische Energie, betätigt wird, während dagegen die Auslösung des Kraftspeichers durch die vom Kurzschlußstrom unabhängige Energie des Entladestromes des Kondensators 41 erfolgt. Die Auslösung der Anordnung erfolgt in diesem Falle im wesentlichen in drei Stufen. Mit dem Einsetzen des Kurzschlußstromes liefert der Wandler 62, 63, 64 die Steuer- bzw. in diesem Falle die Zündenergie für die Funkenstrecke 46. Die Energie zur Auslösung des Kraftspeichers, das heißt zum Durchbrennen des Drahtes 48 ist zunächst in Form elektrischer Energie im Kondensator 41 gespeichert und verwandelt sich nach Ansprechen der Funkenstrecke 46 wenigstens zum Teil in thermische Energie zwischen den Elektroden 47, durch die das Durchschmelzen des Drahtes 48 bewirkt wird. In diesem Augenblick wird die von der federnden Schaltbrücke 61 aufgespeicherte mechanische Energie frei und bewirkt spätestens 0,5 ms nach Auftreten des Kurzschlußstromes die Unterbrechung im Zweig des Überbrückungsschalters. Die Bezeichnung und Ausbildung der Parallelschaltung Sicherung-Überbrückungsschalter erfolgt in gleicher Weise wie bei der Anordnung nach Fig. 1.

In Fig. 3 ist schließlich eine beispielsweise Ausführungsform einer magnetischen Betätigung des Überbrückungsschalters veranschaulicht. Die mit Fig. 1 übereinstimmenden Teile weisen die gleichen Bezugnummern auf. Ferner bedeutet 50 ein U-förmiges, an der Stelle 51 geschlitztes Magnetsystem; 52 ist ein permanenter Magnet, 53 eine Hauptstromwicklung mit den Zuleitungen 56, 57, und 54 der Anker, der zugleich als Strombrücke dient; 55 ist eine Feder mit Kippcharakteristik, durch die der Anker 54 im normalen Zustand gegen die Bügel 8 und 9 gepreßt wird. Die Zuleitung 56 und der Bügel 8 sind durch das Isolierstück 58 gegeneinander isoliert. Der Strom fließt von dem Anschluß

10 über den Leiter 56, die Spule 53, den Leiter 57 und den Bügel 8, den Anker 54, den Bügel 9 zum Anschluß 11. Im Moment, da der Kurzschlußstrom einen vorgegebenen Wert erreicht, wird die magnetische Zugkraft größer als die Gegenkraft der Feder 55; der Anker 54 bewegt sich nach unten; die Feder 55 knickt nach rechts aus, wobei ihre Gegenkraft stark abnimmt. In der Endstellung wird 10 der Anker 54 durch die Kraft des permanenten Magneten 52 festgehalten. Die Kommutierung des Stromes auf die Sicherung erfolgt in genau der gleichen Weise wie in den vorangegangenen Beispielen. Bei dieser Anordnung wird die Energie zur Betätigung des Überbrückungsschalters vom Kurzschlußstrom selbst geliefert. Es könnte aber auch ein von diesem abgeleiteter Strom zur Betätigung benutzt werden. Auch in diesem Fall 20 wird die Kontakttrennung des Schalters spätestens 0,5 ms nach Auftreten des Kurzschlußstromes bewirkt. Hinsichtlich der Bemessung und Ausbildung der Parallelschaltung-Sicherung Überbrückungsschalter stimmt diese Anordnung ebenfalls mit derjenigen nach Fig. 1 überein.

Das Auslösesystem nach Fig. 2 läßt sich auch auf eine Anordnung nach Fig. 3 übertragen, indem an Stelle des Elektrodenpaares 47 (vgl. Fig. 2) die Wicklung 53 des Magnetsystems 50 angeschlossen wird, wobei der Anker 54 an die Stelle der federnden Schaltbrücke 61 (Fig. 2) tritt. Auf diese Weise kann erreicht werden, daß das Magnetsystem 30 unabhängig von der Größe des Kurzschlußstromes durch einen beliebig hoch wählbaren Entladestrom des Kondensators 41 (Fig. 2) erregt wird. Versuche haben gezeigt, daß sich auf diese Weise noch größere 40 Beschleunigungen des Ankers 54 erreichen lassen.

Unter Umständen kann es zweckmäßig sein, die Sicherungen 1 und 2 oder auch nur deren Schmelzeinsätze 3 und 4 auswechselbar 45 zu gestalten. Wird dann gleichzeitig auch noch der Draht 27 ersetzt, so kann die Anordnung nach Abschaltung eines Kurzschlusses leicht wieder betriebsbereit gemacht werden.

Sofern man Anordnungen der beschriebenen Art mehrfach kurz hintereinander anwenden will, kann es zweckmäßig sein, derartige Systeme auf einer Trommel anzurufen, wobei selbsttätig nach einer Abschaltung die nächste Anordnung in den Stromkreis eingeschaltet wird. Um einpolige Unterbrechungen in 55 Mehrphasensystemen zu vermeiden, sorgt man durch an sich bekannte Mittel zweckmäßig dafür, daß mit dem Abschalten einer Phase auch die Anordnungen in den übrigen Phasen zum Ansprechen gebracht werden, oder daß zum mindesten der im allgemeinen in Reihe mit derartigen Anordnungen eingegebauten Überstromschalter abschaltet. Um ein Ansprechen der Anordnung beispielsweise durch den Einschaltstrom von Transformatoren zu vermeiden, kann man sie zunächst durch ein Trennmesser überbrücken, das erst nach Abklingen dieses Stromes, jedoch vor Einschalten der Sekundärseite des Transformators ausgeschaltet wird. 70

Anordnungen nach der Erfindung können für Nieder- und Hochspannungsnetze beliebiger Nennstromstärke zur Anwendung gelangen und bewirken, daß der Höchstwert des Kurzschlußstromes und seine Stromflußdauer auf Bruchteile derjenigen Werte begrenzt werden, die ohne Einbau solcher Anordnungen auftreten würden. Infolge der wesentlich geringeren thermischen und dynamischen Beanspruchungen ergeben sich große 75 technische und wirtschaftliche Vorteile; zudem wird der Anwendungsbereich von Hochleistungssicherungen auf Nennströme beliebiger Größe erweitert, ohne daß dadurch ihre strombegrenzende Wirkung beeinträchtigt 80 wird.

#### PATENTANSPRUCH:

Anordnung zur Begrenzung von Kurzschlußströmen in Gleich- und Wechselstromnetzen, gekennzeichnet durch mindestens eine 90 für die Nennspannung und einen Bruchteil des Nennstromes der Anordnung bemessene Sicherung und mindestens einen diese Sicherung im Betriebszustand überbrückenden Schalter, wobei die Impedanz des Schalters 95 zweiges derart bemessen ist, daß der durch

die Sicherung fließende Strom bei Nennstrom der Anordnung höchstens dem Nennstrom der Sicherung gleich ist, und wobei Mittel vorgesehen sind, die die Kontakt trennung des Schalters spätestens 0,5 ms nach Auftreten des Kurzschlußstromes bewirken, ferner gekennzeichnet durch eine derartige Bemessung der Sicherung und Ausbildung der Parallelschaltung Sicherung-Überbrückungsschalter, daß im Zeitpunkt der Kontakt trennung des Schalters der Spannungsabfall je Unterbrechungsstelle des Schalters höchstens 15 V beträgt und zudem die elektrische Festigkeit des Schalters immer größer ist als die an der Sicherung auftretende Spannung.

#### UNTERANSPRÜCHE:

1. Anordnung nach Patentanspruch, gekennzeichnet durch eine derartige Ausbildung, daß die Kontaktöffnung des Schalters spätestens  $2 \cdot 10^{-4}$  s nach Einsetzen des Kurzschlußstromes beginnt.

2. Anordnung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß der Überbrückungsschalter ein elektromagnetischer Schalter ist und in Abhängigkeit vom Kurzschlußstrom betätigt wird.

3. Anordnung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß der Überbrückungsschalter ein elektromagnetischer Schalter ist und von einem vom Kurzschlußstrom unabhängigen Strom erregt wird, wobei der Erregerstromkreis durch eine aus dem Kurzschlußstromkreis entnommene Steuerenergie geschlossen wird.

4. Anordnung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß der Überbrückungsschalter durch die Energie eines Kraftspeichers betätigt wird.

5. Anordnung nach Unteranspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kraftspeicher durch Wirkung des Kurzschlußstromes ausgelöst wird.

6. Anordnung nach Unteranspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kraftspeicher durch eine vom Kurzschlußstrom unabhängige Energie ausgelöst wird, die durch eine

aus dem Kurzschlußstromkreis entnommene Steuerenergie freigegeben wird.

7. Anordnung nach Unteranspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Kraftspeicher eine über einen Draht vorgespannte Feder dient, wobei im Auslösefall der Draht durch örtliche Erhitzung zum Reißen gebracht wird.

8. Anordnung nach Unteranspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erhitzung ein elektrischer Strom dient, der den Draht an der Reißstelle quer durchfließt.

9. Anordnung nach Unteranspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Strom zur Erhitzung des Drahtes der Entladestrom eines Kondensators dient, wobei die Ladung des Kondensators aus einer vom Kurzschlußstrom unabhängigen Energiequelle erfolgt und der Entladestromkreis durch eine vom Kurzschlußstrom abgeleitete Steuerenergie geschlossen wird.

10. Anordnung nach Unteranspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Erhitzung des Drahtes durch Kontaktwärme erfolgt.

11. Anordnung nach Unteranspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Erhitzung des Drahtes durch einen Lichtbogen erfolgt.

12. Anordnung nach Patentanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgespannte Feder über den gespannten Draht zunächst den Kontaktdruck des Überbrückungsschalters erzeugt und nach Reißen des Drahtes die Betätigung des Überbrückungsschalters bewirkt.

13. Anordnung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die die Kontaktöffnung bewirkenden Kräfte und die durch diese Kräfte bewegten Massen derart bemessen sind, daß die Beschleunigung im Zeitpunkt der Kontaktöffnung mindestens  $5 \cdot 10^6$  cm/s<sup>2</sup> beträgt.

14. Anordnung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Unterbrechungsstelle des Überbrückungsschalters eine Sicherung parallel geschaltet ist.

15. Anordnung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß eine Sicherung

mehreren in Reihe liegenden Unterbrechungsstellen des Schalters parallel geschaltet ist.

16. Anordnung nach Patentanspruch, für Mehrleiternetze, dadurch gekennzeichnet, daß bei Auftreten eines Kurzschlußstromes in

einem Leiter auch die Überbrückungsschalter in den übrigen Leitern zur Auslösung gebracht werden.

**FKG Fritz Kesselring  
Gerätebau Aktiengesellschaft.**

Vertreter: Max Kieser, Zürich.

